

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**



## JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11120528

(43)Date of publication of application: 30.04.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/60

G11B 21/21

(21)Application number: 09276291

(71)Applicant:

TDK CORP

(22)Date of filing: 08.10.1997

(72)Inventor:

YAMANAKA NOBORU

KOGA KEIJI

TANEMURA SHIGEKI

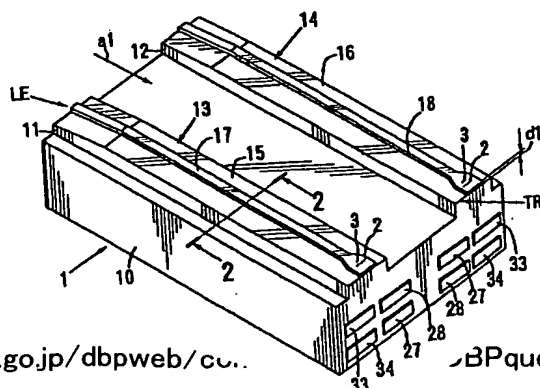
KOYAMA AKINORI

(54) MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce attractive force of a magnetic head for a magnetic disk by constituting an air bearing surface with a surface of a protection film and a slider pedestal surface, partially sticking the protection film to the slider pedestal surface and covering at least an electromagnetic conversion end part of an electromagnetic conversion element.

**SOLUTION:** A writing electromagnetic conversion element 2 consisting of an inductive type electromagnetic conversion element and a reading electromagnetic conversion element 3 consisting of an MR (electromagnetic conversion) element are arranged on air outflow end TR sides of rails 11, 12. The air bearing surfaces 13, 14 constituting the slider 1 are formed by the protection films 17, 18 consisting of carbon nitride, etc., and the slider pedestal surfaces 15, 16. The protection films 17, 18 are provided with film thickness of 0.01–0.05  $\mu$ m, and are arranged so as to linearly prolong through central parts of the widths of the rails 11, 12 from an air inflow end LE to the air outflow end TR, and to cover the ends of the pole parts, etc., of the electromagnetic conversion elements 2, 3. The pole parts of the electromagnetic conversion elements 2, 3 aren't in contact directly with the surface of the magnetic disk.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 11-120528

(43) 公開日 平成11年(1999)4月30日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G 1 1 B 5/60  
21/21 識別記号  
1 0 1

F I  
G 1 1 B 5/60 B  
21/21 1 0 1 K

審査請求 未請求 請求項の数 6

OL

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-276291

(22) 出願日 平成9年(1997)10月8日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 山中 昇

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー  
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 古賀 啓治

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー  
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 種村 茂樹

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー  
ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 阿部 美次郎

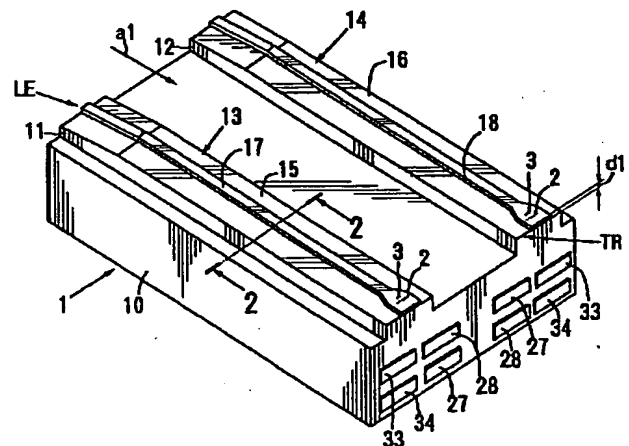
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 吸着現象を生じにくい磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 スライダ1は、ABS 13、14を有する。ABS 13、14は、保護膜17、18と、スライダ基体面15、16とで構成されている。保護膜17、18は、スライダ基体面15、16に部分的に付着され、少なくとも、電磁変換素子2、3の端部を覆う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スライダと、電磁変換素子を含む磁気ヘッドであって、

前記スライダは、空気ベアリング面を有しており、

前記電磁変換素子は、前記スライダに備えられ、電磁変換のための端部が前記空気ベアリング面と近接した位置にあり、

前記空気ベアリング面は、保護膜の表面と、スライダ基体面とで構成されており、

前記保護膜は、前記スライダ基体面に部分的に付着され、少なくとも、前記電磁変換素子の前記端部を覆う磁気ヘッド。 10

【請求項 2】 請求項 1 に記載された磁気ヘッドであって、

前記保護膜は、厚さが  $0.01 \sim 0.05 \mu\text{m}$  の範囲にある磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載された磁気ヘッドであって、

前記保護膜は、ダイヤモンド、ライク、カーボンまたは窒化カーボンの少なくとも一種でなる磁気ヘッド。 20

【請求項 4】 請求項 1、2 または 3 に記載された磁気ヘッドであって、

前記空気ベアリング面の面積を  $S_0$  とし、前記保護膜の表面積を  $S_1$  としたとき、

$$0.05 \leq (S_0 - S_1) / S_0 \leq 0.6$$

を満たす磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 1、2、3 または 4 の何れかに記載された磁気ヘッドであって、

前記保護膜は、点在している磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1、2、3 または 4 の何れかに記載された磁気ヘッドであって、 30

前記保護膜は、直線状に設けられている磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 磁気記録媒体の走行によって生じる動圧を利用して、磁気記録媒体との間に微小な間隔を保って浮上する磁気ヘッドは、例えば特公昭 58-21329 号、特公昭 58-28650 号各公報等で公知である。 40

【0003】 上述した磁気ヘッドは、磁気記録再生装置において、ヘッド支持装置の先端部に装着され、スライダの空気ベアリング面（以下 ABS と称する）を磁気ディスクの表面にバネ接触させ、この状態で起動停止を行なう、いわゆるコンタクト、スタート、ストップ方式によって駆動される。磁気ディスクが静止しているときは、バネ圧により ABS が磁気ディスクの面に押付けられているが、磁気ディスクが回転すると、スライダの ABS に揚力動圧が発生し、磁気ヘッドは磁気ディスクの 50

面から浮上する。

【0004】 この種の磁気記録再生装置においては、高密度記録に対応するため、磁気ヘッドの浮上量はできるだけ小さい値が望ましい。しかしながら、磁気ヘッドの浮上量を低下させた場合、磁気ヘッドが磁気ディスクの表面に衝突して、クラッシュ等の損傷を起こし易くなる。

【0005】 クラッシュを防ぎ、耐久性を向上させる一つの手段は、表面平滑性の高い磁気ディスクを用いることである。ところが、表面平滑性の高い磁気ディスクでは、通常、磁気ディスク表面に潤滑剤が付与されるため、この潤滑剤が主要因になって、磁気ヘッドが磁気ディスク表面に吸着するようになる。更に、潤滑剤による吸着作用に対し、空気中に存在する湿分または水分等の影響が加わって、磁気ヘッドが磁気ディスク表面に、ますます強く吸着するようになる。

【0006】 この種の磁気記録再生装置は、前述したように、コンタクト、スタート、ストップ方式によって駆動されるものであり、磁気ヘッドの吸着現象を生じると、起動できなくなる。

【0007】 吸着現象を回避する手段としては従来より種々の技術が提案されている。例えば、特開昭 63-37874 号公報、特開平 8-287440 号公報及び特開平 8-2122740 号公報には、レール面の特定された位置に 3 個の突起を設けることにより、磁気ディスクと磁気ヘッドとの接触面積を小さくする手段が開示されている。特開平 7-326150 号公報には、スライダ基体の一部であるレール面に微小凹凸を設けることにより、吸着を防止する手段が開示している。

【0008】 ところで、スライダの ABS に吸着防止のための手段を施す場合、ABS によって与えられる浮上特性の変化を極力防止すること、ABS に対して、容易、かつ、高精度で吸着防止手段を付与できることがきわめて重要である。上述した先行技術は、必ずしも、このような条件を満たすものではなかった。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の課題は、磁気ディスクに対する吸着力を低減し得る磁気ヘッドを提供することである。

【0010】 本発明のもう一つの課題は、吸着力を容易に制御し得る吸着防止手段を有する磁気ヘッドを提供することである。

【0011】 本発明の更にもう一つの課題は、ABS によって与えられる浮上特性の変化を最小にし得る吸着防止手段を有する磁気ヘッドを提供することである。

【0012】 本発明の更にもう一つの課題は、ABS に対して、容易、かつ、高精度で吸着防止手段を付与できる磁気ヘッドを提供することである。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】 上述した課題を解決する

ため、本発明に係る磁気ヘッドは、スライダと、電磁変換素子とを含む。前記スライダは、空気ベアリング面を有する。前記電磁変換素子は、前記スライダに備えられ、電磁変換のための端部が前記空気ベアリング面と近接した位置にある。前記空気ベアリング面は、保護膜の表面と、スライダ基体面とで構成されている。前記保護膜は、前記スライダ基体面に部分的に付着され、少なくとも、前記電磁変換素子の前記端部を覆う。

【0014】本発明に係る磁気ヘッドにおいて、保護膜はスライダ基体面に付着され、空気ベアリング面を構成するから、耐摩耗性の高い磁気ヘッドが得られる。

【0015】しかも、保護膜は、少なくとも、電磁変換素子の電磁変換を行なう端部を覆っているから、電磁変換素子を、保護膜によって保護することができる。特に、電磁変換素子が、読み取り素子となる磁気抵抗効果素子（以下MR素子と称する）を含む場合、MR素子の端部が磁気ディスクの表面に直接触れることがないので、磁気ディスクに対するセンス電流の漏洩、放電またはこれらに起因する動作不良を確実に防止することができる。

【0016】更に、保護膜は、スライダ基体面に部分的に付着されているので、保護膜の周りには、スライダ基体面に対して、保護膜の膜厚分の段差が生じる。この場合、保護膜の表面と、スライダ基体面とがABSを構成する。このため、磁気ディスクに対する磁気ヘッドの吸着力を低下させることができる。しかも、磁気ディスクに対する磁気ヘッドの吸着力は、保護膜の面積を増減することによって制御できる。

【0017】また、保護膜はスライダ基体面に部分的に付着されるもので、種々のパターンを有するように形成される。保護膜のパターン化に当たって、スライダ基体面に保護膜を設け、イオンミリング等の手段によって、予め定められたパターンで、保護膜を部分的に除去することにより、必要な保護膜パターンを、容易、かつ、高精度で形成することができる。

【0018】本発明は、更に、好ましい保護膜の具体例、浮上特性の変化を最小にし得る保護膜の厚さ、及び、吸着力と保護膜面積との関係等を開示する。

【0019】本発明の他の目的、構成及び利点については、添付図面を参照して、更に詳しく説明する。図面は、単なる実施例を示すに過ぎない。

#### 【0020】

【実施例】図1は本発明に係る磁気ヘッドの斜視図、図2は図1の2-2線に沿った部分断面図である。図示された本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、スライダ1と、電磁変換素子2、3とを含む。電磁変換素子2は書き込み素子であり、誘導型電磁変換素子である。電磁変換素子3は読み取り素子であり、磁気抵抗効果を利用した素子（以下MR素子と称する）でなる。電磁変換素子2、3は、レール11、12の一方または両者の空気流出端

（トレーリング エッジ）TRの側に備えられている。電磁変換素子2、3は、スライダ1に備えられ、電磁変換のための端部がABS13、14と近接した位置にある。空気流出端TRの側にある側面には、電磁変換素子2に接続された取り出し電極27、28及び電磁変換素子3に接続された取り出し電極33、34がそれぞれ設けられている。

【0021】スライダ1は、ABS13、14を有する。ABS13、14は、保護膜17、18と、スライダ基体面15、16とで構成されている。保護膜17、18は、スライダ基体面15、16に部分的に付着され、少なくとも、電磁変換素子2、3のポール部等の端部を覆う。保護膜17、18を構成する材料の代表例は、ダイヤモンド、ライク、カーボン（以下DLCと称する）または窒化カーボン等である。

【0022】図示されたスライダ1は媒体対向面側にレール11、12を有し、スライダ基体面15、16はレール11、12の表面によって構成されている。レール11、12は2本に限らない。1～3本のレールを有することがあり、レールを持たない平面となることもある。また、浮上特性改善等のために、媒体対向面に種々の幾何学的形状が付されることもある。何れのタイプのスライダ1であっても、本発明の適用が可能である。

【0023】また、保護膜17、18は、レール11、12の幅方向の略中間部において、空気流出端TRから空気流入端LEに向かって直線状に形成されている。電磁変換素子2、3の端部は、保護膜17、18の膜厚d1の分だけ後退した位置にある。

【0024】図3は図1に示した薄膜磁気ヘッドの電磁変換素子部分の拡大斜視図である。電磁変換素子2は、ABS13、14に現れる第1のポール部P1及び第2のポール部P22を有する。第1のポール部P1及び第2のポール部P22はギャップ膜24を隔てて対向している。

【0025】書き込み素子となる電磁変換素子2は、MR素子3に対する第2のシールド膜を兼ねている第1の磁性膜21、第2の磁性膜22、コイル膜23、アルミナ等でなるギャップ膜24、ノボラック樹脂等の有機樹脂で構成された絶縁膜25及びアルミナ等でなる保護膜26などを有している。第1の磁性膜21及び第2の磁性膜22の先端部は微小厚みのギャップ膜24を隔てて対向する第1のポール部P1及び第2のポール部P22となっており、第1のポール部P1及び第2のポール部P22において書き込みを行なう。第1の磁性膜21及び第2の磁性膜22は、そのヨーク部が第1のポール部P1及び第2のポール部P22とは反対側にあるバックギャップ部において、磁気回路を完成するように互いに結合されている。絶縁膜25の上に、ヨーク部の結合部のまわりを渦巻状にまわるように、コイル膜23を形成してある。コイル膜23の両端は、取り出し電極27、

28に導通されている(図1参照)。コイル膜23の巻数および層数は任意である。

【0026】MR素子3は、これまで、種々の膜構造のものが提案され、実用に供されている。例えばパーマロイ等による異方性磁気抵抗効果素子を用いたもの、巨大磁気抵抗(GMR)効果膜を用いたもの等がある。本発明において、何れのタイプであってもよい。MR素子3は、第1のシールド膜31と、第2のシールド膜を兼ねている第1の磁性膜21との間において、絶縁膜32の内部に配置されている。絶縁膜32はアルミナ等によって構成されている。MR素子3は取り出し電極33、34に接続されている(図1参照)。

【0027】図4は図1～図3に示した磁気ヘッドを組み込んだ磁気記録再生装置の平面図である。以下図1～図3をも参照し、図4に図示された磁気記録再生装置について説明する。本発明に係る磁気ヘッド6は、ヘッド支持装置5の先端部に装着される。そして、スライダ1のABS13、14を磁気ディスク4の表面にバネ接触させ、この状態で起動及び停止を行なう、いわゆるコンタクト・スタート・ストップ方式によって駆動する。

【0028】磁気ディスク4が静止しているときは、ヘッド支持装置5のバネ圧によりABS13、14を構成する保護膜17、18の表面が磁気ディスク4の面に押付けられているが、磁気ディスク4が回転すると、ABS13、14に揚力動圧が発生し、この動圧とヘッド支持装置5のバネ圧と釣り合う浮上量で、磁気ディスク4の面から浮上する。駆動方式としては、ロータリー・アクチュエータ方式が一般的であるが、リニアアクチュエータ方式を採用してもよい。図4はロータリー・アクチュエータ方式を示し、ヘッド支持装置5の先端部に取り付けられた磁気ヘッド6が、磁気ディスク4の径方向b1またはb2に駆動される。そして、ヘッド支持装置5を回転駆動する位置決め装置7により、磁気ヘッド6が、磁気ディスク4上の所定のトラック位置に位置決めされる。

【0029】ここで、本発明に係る磁気ヘッドにおいて、保護膜17、18がスライダ基体面15、16に付着され、ABS13、14を構成するから、主として、保護膜17、18が磁気ディスク4と接触することになり、耐摩耗性の高い磁気ヘッドが得られる。

【0030】しかも、保護膜17、18は、少なくとも、電磁変換素子2、3の電磁変換を行なう端部を覆っているから、電磁変換素子2、3を、保護膜17、18によって保護することができる。特に、電磁変換素子3が、MR素子である場合、MR素子3の端部が磁気ディスク4の表面に直接接触することがない。このため、磁気ディスク4に対するセンス電流の漏洩、放電またはこれらに起因する動作不良を確実に防止することができる。

【0031】更に、保護膜17、18は、スライダ基体面15、16に部分的に付着されているので、保護膜1

7、18の周りには、スライダ基体面15、16に対して保護膜17、18の膜厚d1によって定まる段差が生じる。図においては、スライダ基体面15、16は、保護膜17、18の表面よりも低くなっている。そして、保護膜17、18の表面と、スライダ基体面15、16によるABS13、14が構成される。このため、磁気ディスク4に対する磁気ヘッド6の吸着力を低下させることができる。磁気ディスク4に対する磁気ヘッド6の吸着力は、保護膜17、18の面積を増減することによって制御できる。

【0032】また、保護膜17、18はスライダ基体面15、16に部分的に付着されるもので、種々のパターンを有するように形成される。保護膜17、18のパターン化に当たって、スライダ基体面15、16の上に保護膜17、18を設け、この保護膜17、18を、イオンミリング等の手段によって、予め定められたパターンで、部分的に除去することにより、必要なパターンを、容易、かつ、高精度で形成することができる。

【0033】保護膜17、18は、好ましくは、 $0.01 \sim 0.05 \mu\text{m}$ の範囲の膜厚d1(図2参照)となるように形成される。保護膜17、18の膜厚d1が $0.05 \mu\text{m}$ を越えると、電磁変換素子2、3におけるスペーシングロスが増え、電磁変換特性が劣化する。膜厚d1が $0.01 \mu\text{m}$ よりも小さくなると、吸着力の制御ができなくなる。しかも、保護膜17、18の膜厚d1を前述した $0.01 \sim 0.05 \mu\text{m}$ の範囲に設定した場合は、保護膜17、18によるABS13、14の浮上特性の変化を最小にし得る。

【0034】保護膜17は、好ましくは、その面積をS1とし、ABS13の面積をS0としたとき、 $0.05 \leq (S0 - S1) / S0 \leq 0.6$ を満たすように形成する。保護膜18の面積S1も、ABS14の面積S0に対して同様の関係を有する。

【0035】図5は $(S0 - S1) / S0$ と起動時摩擦抵抗との関係をグラフ化して示す図である。このデータはコンタクト・スタート・ストップ方式によって駆動した場合のデータである。起動時摩擦抵抗の値1(arb.)は、ABS13、14が保護膜17、18とスライダ基体面15、16との組み合わせを持たない平面である場合の値である。図示するように、保護膜17、18を設けた本発明に係る磁気ヘッド6は、コンタクト・スタート・ストップ方式によって駆動した場合、起動時摩擦抵抗が、従来の磁気ヘッドよりも、必ず小さくなる。このことは、吸着力が低下していることを示す。特に、 $0.05 \leq (S0 - S1) / S0 \leq 0.6$ の範囲では、起動時摩擦抵抗が0.5以下であり、従来の磁気ヘッドの半分の値まで低下している。

【0036】保護膜17、18の形状、膜厚d1及び配置、それによって画定されるスライダ基体面15、16の形状、配置等は、磁気記録再生装置の要求に応じて変

10

20

30

40

50

更され得る。例えば、磁気記録再生装置からの要求に応じて、正圧を発生させる形状もしくは配置、または、負圧を発生させる形状もしくは配置にしたり、あるいは、磁気ディスク 4 の回転スピードに合わせて膜厚  $d_1$  を選択する等である。次に、そのような変形例を、図 6～図 8 を参照して説明する。

【0037】図 6 は本発明に係る磁気ヘッドの別の例を示す斜視図である。図において、図 1 と同一の構成部分には同一の参照符号を付してある。この実施例の特徴は、保護膜 17、18 が点在されていることである。保護膜 17、18 は、円形、楕円形、長円形または角形等、任意の形状を採ることができる。この実施例においても、保護膜 17、18 の厚さ  $d_1$ 、面積  $S_0$  と面積  $S_1$  との比等については、前述した条件が適用される。

【0038】図 7 は本発明に係る磁気ヘッドの更に別の例を示す斜視図である。図において、図 1 と同一の構成部分には同一の参照符号を付してある。この実施例の特徴は、レール 11、12 の長さ方向に沿って、保護膜 17、18 と、スライダ基体面 15、16 とが交互に配置（ストライプ状）されていることである。この実施例の場合、膜厚  $d_1$  の値によってスライダ基体面 15、16 を負圧発生部として機能させることができる。面積  $S_0$  と面積  $S_1$  との比等については、前述した条件が適用される。

【0039】図 8 は本発明に係る磁気ヘッドの更に別の実施例を示す平面図である。図示された磁気ヘッドは、負圧型であり、2つの凸部 11、12 の間に、負圧発生部となる保護膜 191 を有する。凸部 11、12 の間は、空気流入端（リーディング・エッジ）LE の側では、スライダ基体面 192 によって閉じられ、空気流出端 TR の側では開放されている。スライダ基体面 192 はスライダ基体面 15、16 と連続する平面を構成している。保護膜 17、18 の態様は、図 1 及び図 2 に示した実施例と類似している。即ち、保護膜 17、18 は、凸部 11、12 の表面を構成するスライダ基体 15、16 の幅方向の略中間部において、空気流出端 TR から空気流入端 LE に向かって直線状に形成されている。図示は省略するが、保護膜 17、18 は、図 6、図 7 に示した態様を採ることもできる。

【0040】この実施例においても、保護膜 17、18

の厚さ  $d_1$ 、面積  $S_0$  と面積  $S_1$  との比等については、前述した条件が適用される。

【0041】以上、好ましい実施例を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

【0042】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

(a) 磁気ディスクに対する磁気ヘッドの吸着力を低減し得る磁気ヘッドを提供することができる。

(b) ABS によって与えられる浮上特性の変化を最小にし得る吸着防止手段を有する磁気ヘッドを提供することができる。

(c) ABS に対して、容易、かつ、高精度で吸着防止手段を付与できる磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る磁気ヘッドの斜視図である。

【図 2】図 1 の 2-2 線に沿った部分断面図である。

【図 3】図 1 に示した薄膜磁気ヘッドの電磁変換素子部分の拡大斜視図である。

【図 4】図 1～図 3 に示した磁気ヘッドを組み込んだ磁気記録再生装置の平面図である。

【図 5】 $(S_0 - S_1) / S_0$  と起動時摩擦抵抗との関係をグラフ化して示す図である。

【図 6】本発明に係る磁気ヘッドの別の例を示す斜視図である。

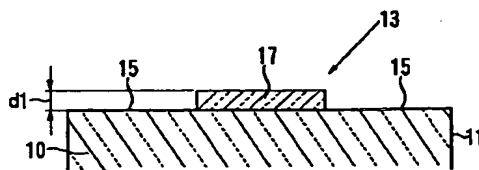
【図 7】本発明に係る磁気ヘッドの更に別の例を示す斜視図である。

【図 8】本発明に係る磁気ヘッドの更に別の実施例を示す平面図である。

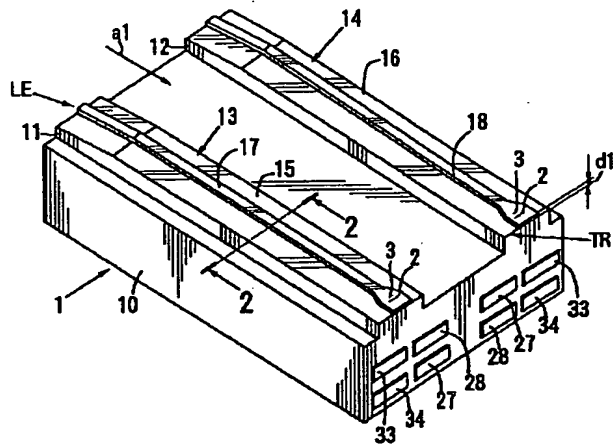
【符号の説明】

1	スライダ
2、3	電磁変換素子
10	スライダ基体
11、12	レールまたは凸部
13、14	ABS
15、16	スライダ基体面
17、18	保護膜

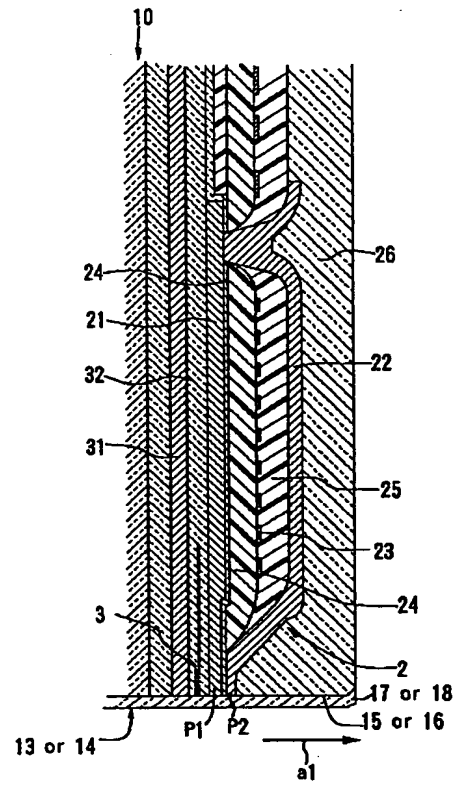
【図 2】



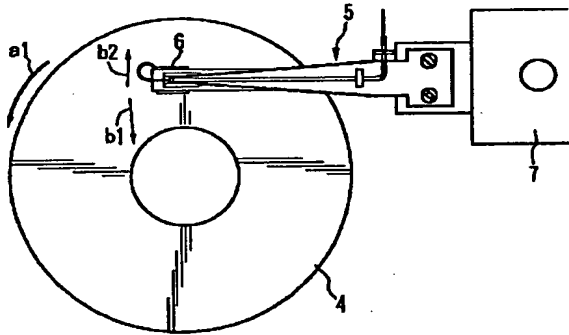
【図1】



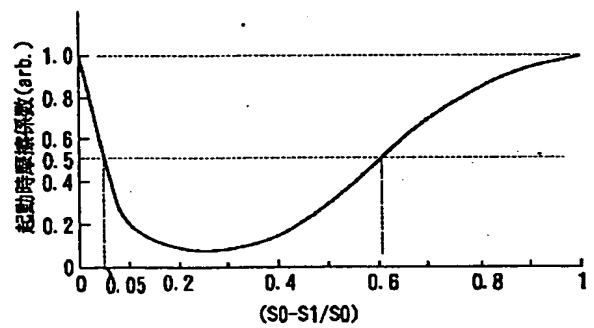
【図3】



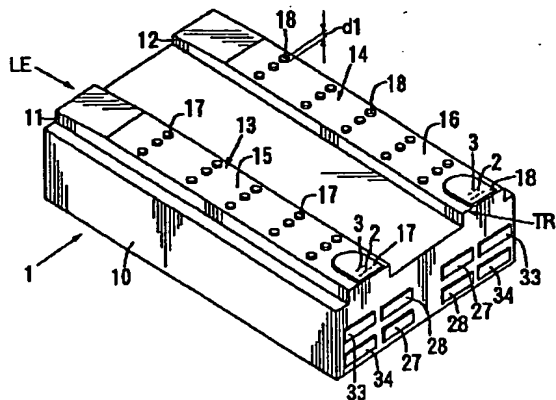
【図4】



【図5】

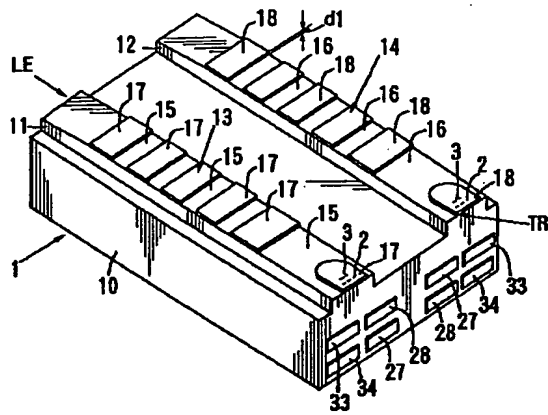


【図6】

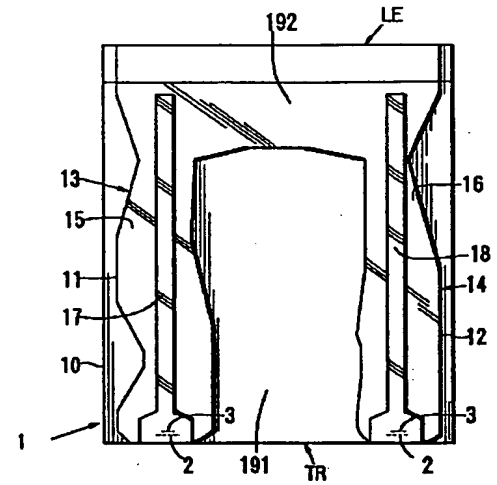




【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 小山 秋典  
 東京都中央区日本橋 1 丁目 13 番 1 号 ティーディーケー株式会社内